

1
JAP20 Rec'd PCT/PTO 12 JUN 2006

**Cellule de commande électronique pour diode
électroluminescente organique d'afficheur à matrice
active, procédés de fonctionnement et afficheur**

La présente invention concerne une cellule de commande électronique pour diode électroluminescente organique d'afficheur à matrice active ainsi que des procédés de fonctionnement. Elle a des applications dans le domaine des afficheurs, notamment écrans plats, dont des unités d'affichages élémentaires, pixels ou segments, à type de diodes électroluminescentes organiques sont commandées individuellement par des cellules de commande arrangeées sous forme d'une ou plusieurs matrices.

Le développement des équipements électroniques et/ou informatiques industriels ou grand public nécessite l'utilisation d'interfaces d'interaction avec les utilisateurs et notamment d'interfaces visuelles à type d'afficheurs ou d'écrans de segments ou pixels, ces quatre termes étant considérés deux à deux d'une manière équivalente dans la suite. Afin d'obtenir des caractéristiques d'affichage améliorées, on préfère actuellement agir individuellement sur les unités élémentaires d'affichage (segments ou pixels) et c'est ainsi que les afficheurs à matrice active ont été développés.

Outre une éventuelle réduction des coûts, la miniaturisation et la recherche d'une d'autonomie accrue ont conduit à mettre en œuvre des technologies permettant de réduire l'encombrement des afficheurs et d'abaisser la consommation comme avec les cristaux liquides. Toutefois, cette dernière technologie présente quelques limitations et inconvénients dont une complexité relative due au fait que l'affichage est indirect en ce sens qu'il faut agir sur une des conditions de polarisation d'un éclairage externe. D'autres technologies basées sur un affichage direct, c'est à dire dans lesquelles les unités élémentaires produisent de la lumière se sont donc développées et en particulier celle relative aux

diodes électroluminescentes dont un domaine spécifique est plus particulièrement considéré ici, celui des diodes électroluminescentes organiques ou OLED qui permettent la réalisation d'afficheurs sur des substrats divers comme le verre ou les matières plastiques et dans des conditions de fabrication intéressantes.

Dans les afficheurs OLED à matrice active connus, la commande de chaque diode ou d'un groupe de diodes électroluminescentes d'un pixel ou segment se fait en courant ce qui permet d'obtenir une loi de commande linéaire entre le log de l'intensité I_d parcourant la diode et le log de la luminosité Lum , soit $\log(Lum) = A * \log(I_d)$. Toutefois, le circuit de commande associé à un pixel est généralement complexe et nécessite des transistors de commande qui puissent supporter des courants relativement élevés. Ce circuit de commande est chargé du maintien de la commande et de l'extinction de la/des OLED du pixel par, à un instant approprié, un signal de commande supplémentaire, du même type que celui utilisé pour l'allumage ou la sélection du pixel et, en général, par une courte impulsion de commande d'allumage dans un cas et d'extinction dans l'autre.

Le défaut majeur d'une telle commande en courant, résulte du fait qu'elle est généralement réalisée par un montage complexe d'au moins quatre transistors, dit en "miroir de courant". Celui-ci impose le passage d'un fort courant dans tous les transistors du pixel ainsi que dans les circuits de commande situés en amont, et ce, pendant la totalité d'un cycle de commande. Outre qu'il faut deux lignes de commande pour commander le miroir de courant, ces courants élevés doivent circuler dans des lignes de commandes disposées sur l'afficheur avec des pertes ohmiques relativement importantes. Ceci crée naturellement des contraintes en termes de taille et sur la mobilité électronique de ces transistors, ce qui conduit, outre les

difficultés de réalisation, à une forte consommation énergétique de l'écran.

Dans les afficheurs matriciels, la commande de chacun des pixels est multiplexée ligne x colonne et l'affichage d'une 5 trame se fait ligne par ligne (ou colonne par colonne selon le mode de réalisation choisi). De plus, du fait que le pixel reste allumé avec un niveau lumineux sensiblement constant pendant la durée d'une trame fait que la transition de niveau lumineux d'une trame à l'autre peut être brutale. De telles 10 transitions peuvent par exemple se produire parce qu'un objet affiché d'une scène se déplace dans la scène au cours du temps. Or de telles transitions brutales sont perçues par l'œil et perturbent la perception visuelle de la scène animée sur l'écran. Il en résulte un effet de traînée (« blurring ») qui peut 15 être assez désagréable.

L'invention propose de résoudre ces difficultés en proposant une commande de pixel en tension qui permet en outre de simplifier le circuit de commande associé à chaque pixel ou segment. Elle utilise l'effet mémoire d'une capacité 20 additionnelle ou intrinsèque se déchargeant dans une résistance additionnelle ou intrinsèque d'un commutateur électronique de courant de/des OLED du pixel. La mise en oeuvre d'une commande en tension permet en outre de limiter 25 les contraintes sur la taille des transistors et la mobilité électronique (des porteurs de charge). On peut ainsi réaliser de tels afficheurs avec des transistors à couches minces, dits TFT, de faible mobilité ou non et, par exemple en silicium amorphe ou micro-cristallin ou poly-cristallin, voire même organiques.

30 L'invention concerne donc une cellule de commande électronique pour au moins une diode électroluminescente organique (OLED) d'un pixel ou segment d'un afficheur à matrice active, la cellule comportant au moins :
- un circuit de commande avec une entrée de commande et 35 fonctionnant comme un commutateur électronique en fonction

d'un signal de commande arrivant sur une ligne de commande sur l'entrée de commande et permettant l'allumage ou non du/des OLED en fonction dudit signal de commande,

- un circuit de mémorisation capacitif du signal de commande

5 avec une capacité C reliée à la ligne de commande,

- un circuit de sélection fonctionnant comme un commutateur électronique en fonction d'un signal de sélection V_{sel} arrivant sur une ligne de sélection et permettant la mise en relation ou l'isolement électrique du circuit de mémorisation capacitif

10 avec/d'une tension de commande V_{com} en fonction dudit signal de sélection.

Selon l'invention, la mémorisation est temporaire par décharge de la capacité à travers une résistance Rf en parallèle de la capacité.

15 Dans divers modes de mise en œuvre de l'invention, les moyens suivants pouvant être combinés selon toutes les possibilités techniquement envisageables, sont employés:

- le signal de commande est modulé en durée et/ou en niveau de tension ; (permet de faire varier la durée d'allumage

20 du/des OLED du pixel en fonction des besoins)

- la tension de commande V_{com} est modulée en niveau de tension ;

- le signal de sélection V_{sel} est modulé en durée ;

- l'affichage est périodique par trames et les valeurs de C et

25 Rf sont choisies pour que dans des conditions moyennes de fonctionnement la durée de la mémorisation d'un état d'allumage soit inférieure à la durée d'une trame,

- de préférence la durée de mémorisation est inférieure ou égale à la moitié de la durée d'une trame,

30 - la capacité C est essentiellement un condensateur rapporté,

- la capacité C est essentiellement la partie capacitive de l'impédance d'entrée intrinsèque du circuit de commande,

- la résistance Rf est essentiellement une résistance rapportée,

- la résistance R_f rapportée est réalisée à partir d'un transistor monté en circuit résistant,
- la résistance R_f est essentiellement la partie résistive de l'impédance d'entrée intrinsèque du circuit de commande,

5 - la résistance R_f est essentiellement une résistance de fuite de la capacité, (la capacité n'est pas parfaite et présente un courant de fuite et de préférence selon une loi sensiblement ohmique)

- la cellule comporte un moyen réduisant le taux de monté

10 et/ou de descente maximal de la tension aux bornes de la capacité C lorsque cette dernière est mise en relation avec la tension de commande V_{com} ,

- le circuit de commande est un transistor de commande M_1 à effet de champ,

15 - le transistor de commande M_1 est à grille unique,

- le transistor de commande M_1 est à double grille,
- le circuit de sélection est un transistor de sélection M_2 à effet de champ,
- le transistor de sélection M_2 est à grille unique,

20 - le transistor de sélection M_2 est à double grille,

- le circuit de commande est un transistor de commande M_1 à effet de champ de type P relié d'une part directement au pôle positif V_{pp} de l'alimentation et d'autre part à travers l'/les OLED à la masse de l'alimentation, le circuit de sélection est

25 un transistor de sélection M_2 à effet de champ de type P et la capacité C et la résistance R_f en parallèle retournent au pôle positif V_{pp} ,

- le circuit de commande est un transistor de commande M_1 à effet de champ de type N relié d'une part directement à la

30 masse de l'alimentation et d'autre part à travers l'/les OLED au pôle positif V_{pp} de l'alimentation, le circuit de sélection est un transistor de sélection M_2 à effet de champ de type N et la capacité C et la résistance R_f en parallèle retournent à la masse,

- les transistors sont des transistors à couches minces, dits TFT,
- la/les transistors sont en silicium amorphe ou micro-cristallin ou poly-cristallin, voire organiques.

5 L'invention concerne également un procédé de fonctionnement d'une cellule de commande électronique pour au moins une diode électroluminescente organique (OLED) d'un pixel ou segment d'un afficheur à matrice active, la cellule ayant au moins :

10 - un circuit de commande avec une entrée de commande et fonctionnant comme un commutateur électronique en fonction d'un signal de commande arrivant sur une ligne de commande sur l'entrée de commande et permettant l'allumage ou non du/des OLED en fonction dudit signal de commande,

15 - un circuit de mémorisation capacitif du signal de commande avec une capacité C reliée à la ligne de commande,

- un circuit de sélection fonctionnant comme un commutateur électronique en fonction d'un signal de sélection V_{sel} arrivant sur une ligne de sélection et permettant la mise en relation ou

20 l'isolement électrique du circuit de mémorisation capacitif d'avec une tension de commande V_{com} en fonction dudit signal de sélection.

Selon le procédé, on met en œuvre une cellule qui est selon l'une ou plusieurs quelconque(s) caractéristiques précédentes et dans laquelle on provoque la décharge de la capacité à travers une résistance R_f mise en parallèle de la capacité afin d'obtenir une mémorisation temporaire d'un état d'allumage, et dans laquelle, dans des conditions moyennes de fonctionnement la durée de la mémorisation d'un état d'allumage est inférieure à la durée d'une trame, et de préférence inférieure ou égale à la moitié de la durée d'une trame.

Dans une variante du procédé, pour allumage du/des OLED on applique une impulsion de sélection V_{sel} sur la ligne de sélection d'une durée telle qu'à la fin de l'impulsion de

sélection la tension aux bornes de la capacité est une fraction de V_{com} . Dans d'autres variantes éventuellement combinées à la précédente :

- on module (notamment d'une trame à l'autre) le signal de 5 commande en durée et/ou en niveau de tension ;
- on module la tension de commande V_{com} en niveau de tension ;
- on module le signal de sélection V_{sel} en durée.

L'invention concerne enfin un afficheur à diodes 10 électroluminescentes organiques (OLED) de pixels et/ou segments mettant en œuvre un ensemble de cellules de commande électronique desdites diodes organisées en une matrice, chaque pixel ou segment pouvant être commandé individuellement par un multiplexage ligne x colonne de la 15 matrice, dans lequel les cellules sont selon l'une ou plusieurs des caractéristiques de cellule précédemment indiquées.

Dans une modalité de réalisation de l'afficheur, les signaux de sélection V_{sel} correspondent aux lignes de la matrice et les tensions de commande V_{com} correspondent aux 20 colonnes de la matrice.

L'invention permet la réalisation d'un afficheur simplifié et si la simplification des cellules de commande électronique des pixels de l'afficheur peut s'accompagner d'une augmentation de la complexité des circuits de pilotage en 25 amont de l'afficheur et de ses cellules, cette complexité accrue concerne des circuits mettant en œuvre des technologies bien connues, telles que les circuits intégrés construits à partir de tranches de silicium, et dont l'impact global en coût et/ou consommation dans un équipement 30 électronique ou informatique complet est minime par rapport au gain apporté par l'invention au niveau de l'afficheur. Elle peut être mise en œuvre pour la réalisation d'écrans plats souples.

Parmi les avantages de l'invention dans le cas 35 d'utilisation d'un transistor de commande, on peut mentionner

la suppression de l'effet de traînée qui est par contre observé sur les afficheurs de l'état de la technique. Ceci est dû au fait que la tension aux bornes de la capacité décroît progressivement au cours du temps, ce qui provoque une 5 diminution de l'intensité lumineuse de l'OLED jusqu'au seuil du transistor de commande où, à partir de ce moment, le transistor de commande n'est plus passant et n'alimente plus l'OLED. Il n'y a donc plus de transition brutale d'un niveau constant à un autre niveau constant de luminosité, d'une 10 trame à la suivante. On peut également modifier la luminosité d'affichage en fonction de la charge envoyée dans la capacité pendant la sélection de la cellule du pixel, charge qui dépend de la tension V_{com} (et/ou V_{sel}). Le courant circulant dans l'/les OLED et la durée d'allumage dépendent de V_{com} (et/ou V_{sel}). 15 De plus, la capacité étant déchargée au moment où la cellule du pixel est accédée pour affichage de la trame suivante, il n'y a pas d'effet mémoire significatif sur le niveau de luminosité d'une trame à la suivante.

L'invention permet d'obtenir en outre de la simplification 20 structurelle de l'afficheur, des caractéristiques d'affichage améliorées en terme de réduction de consommation et, possiblement comme expliqué maintenant, de perception visuelle.

En effet, parmi les autres avantages de l'invention, on 25 peut également citer le fait que le rafraîchissement de l'affichage de chaque diode OLED peut permettre une modulation, notamment tout ou rien, de l'énergie lumineuse produite au cours du temps à des fréquences élevées (régime impulsif) ne permettant pas une perception consciente de la 30 modulation par l'utilisateur humain, mais qui lui procure toutefois une perception améliorée par rapport à un affichage qui serait continu. Par ailleurs, une telle modulation permet d'utiliser dans chaque diode OLED des courants discontinus (impulsifs) qui peuvent être bien supérieurs aux courants que

chaque diode peut accepter en continu, d'où une possibilité d'augmenter encore la perception par l'utilisateur.

La présente invention va maintenant être exemplifiée par la description qui suit, sans en être pour autant limitée, et

5 en relation avec :

la Figure 1 qui représente un premier exemple de réalisation de la cellule de commande,

la Figure 2 qui représente un second exemple de réalisation de la cellule de commande,

10 la Figure 3 qui représente des diagrammes d'évolution temporelle de la tension de sélection V_{sel} , de la tension aux bornes de la capacité et du courant dans l'OLED.

Selon l'invention dans sa généralité, la cellule de commande électronique pour diode(s) électroluminescente(s)

15 organique(s) (OLED) d'un pixel/segment d'un afficheur à matrice active, comporte un ensemble matriciel de telles cellules. Un tel afficheur fonctionne séquentiellement par unités de temps correspondant chacune à la durée d'affichage d'une trame. Pendant une durée de trame, les

20 colonnes ou lignes de la matrice sont balayées pour permettre la configuration d'affichage (niveau/intensité de l'allumage ou extinction) de chacun des pixels/segments.

La/les OLED du pixel/segment sont alimentées par l'intermédiaire d'un circuit de commande qui fonctionne

25 comme un commutateur électronique en fonction d'un signal de commande arrivant par une ligne de commande et permettant de faire circuler ou non dans l'OLED un courant d'intensité variable obtenu entre une masse et une borne d'alimentation positive V_{dd} .

30 L'impédance (résistance) de passage du circuit de commande dans l'état passant est relativement faible afin de provoquer l'allumage des OLED et éviter une dissipation ohmique (effet joule) et des pertes trop importantes. A l'état bloqué, non passant, le circuit de commande présente une

35 impédance (résistance) de passage élevée, telle que le

courant de fuite est négligeable et ne provoque pas l'allumage des OLED.

Dans un mode de réalisation préféré, le circuit de commande présente une grande impédance d'entrée de commande et charge très peu la ligne de commande qui comporte une capacité C et une résistance Rf qui retournent sur la masse ou V_{dd} selon le cas. La capacité C et la résistance Rf peuvent être des éléments rapportés et/ou intrinsèques d'autres éléments de la cellule. Dans ce dernier cas, C peut être la capacité « parasite » d'entrée du circuit de commande et/ou Rf l'impédance (résistance) d'entrée du circuit de commande (le circuit de commande n'a donc plus une grande impédance/résistance d'entrée). On envisage le cas où Rf est la résistance de fuite propre de la capacité (où alors, inversement, C est la capacité parasite de la résistance Rf) ce qui nécessite la fabrication d'une capacité (ou inversement d'une résistance) particulière car les composants habituellement disponibles sont généralement des composants pratiquement purs, c'est-à-dire des résistances qui sont des résistances pratiquement pures et des capacités qui sont des capacités pratiquement pures.

Cette partie de la cellule avec le circuit de commande et la ligne de commande avec sa capacité C et résistance Rf, forme un élément de commutation avec mémoire temporaire : lorsque la tension sur la ligne de commande dépasse le seuil de conduction V_{sl} du circuit de commande, ce dernier devient passant, conducteur et, inversement, lorsque la tension sur la ligne de commande passe en dessous du seuil de conduction V_{sl} du circuit de commande, ce dernier devient bloqué, non-conducteur. Le circuit de commande peut fonctionner en tout ou rien (conducteur sensiblement constant/non-conducteur) ou en linéaire comme on le verra avec des transistors dans le cas des Figures 1 et 2. On comprend que cette explication est simplifiée car en général le circuit de commande peut présenter une hystérésis (« trigger de Schmidt ») et/ou

présenter des zones de conduction progressive comme on le verra dans la suite dans le cas d'utilisation de transistors. De plus les conditions de conduction ou non-conduction au dessus ou en-dessous du seuil peuvent être inversées selon

- 5 le type inverseur ou non du circuit de commande. De même, l'évolution de la charge de la capacité après allumage de l'OLED et vers l'extinction de l'OLED, si elle correspond de préférence à une décharge (résistance en parallèle de la capacité), on envisage à titre d'équivalence le cas d'une
- 10 charge de la capacité. Dans le cas d'une charge de la capacité on a la résistance qui retourne sur la borne d'alimentation opposée à celle où retourne la capacité : la capacité et la résistance sont en série entre les deux bornes d'alimentation et la ligne de commande est reliée au point
- 15 milieu, entre la résistance et la capacité. Dans ce dernier cas de charge, on comprend que le circuit de sélection doit provoquer une décharge pour allumage et que l'allumage de/des OLED par le circuit de commande doit correspondre à un état de décharge.
- 20 Une fois chargée, la capacité C va se décharger progressivement et si la charge initiale de C est telle que la tension sur la ligne de commande est supérieure au seuil V_{sl} la/les OLED vont rester allumées tant que la tension décroissante sur la ligne de commande sera supérieure au
- 25 seuil de conduction V_{sl} du circuit de commande.

Afin de pouvoir charger la capacité C, un circuit de sélection qui fonctionne également comme un commutateur commandé par un signal de sélection V_{sel} , peut appliquer (état passant, conducteur) ou non (état bloqué, isolant) sur la ligne de commande une tension V_{com} . La tension V_{com} peut être comprise entre une tension inférieure au seuil V_{sl} , de préférence au minimum 0V (à la masse) et une tension supérieure au seuil V_{sl} , de préférence au maximum V_{dd} . Cette tension V_{com} est un des moyens de régler la luminosité

- 30 de commandé une tension V_{com} . La tension V_{com} peut être comprise entre une tension inférieure au seuil V_{sl} , de préférence au minimum 0V (à la masse) et une tension supérieure au seuil V_{sl} , de préférence au maximum V_{dd} . Cette tension V_{com} est un des moyens de régler la luminosité
- 35 d'affichage dans le cas d'un circuit de commande à transistor

comme représenté à la Figure 1 ou 2. Le circuit de sélection se comporte donc avec la capacité C comme un échantillonneur-bloqueur mais avec une constante de temps telle que pendant le blocage (isolement), la tension sur la 5 ligne de commande décroisse progressivement. Comme on le verra ultérieurement, on a intérêt à limiter le pic de courant traversant le circuit de sélection et/ou la tension maximale de charge de la capacité C.

Les Figures 1 et 2 donnent deux exemples de 10 réalisation particulièrement intéressants car relativement simples à réaliser avec seulement deux transistors.

Figure 1, le circuit de commande consiste en un seul transistor de commande 61, M1, connecté entre V_{dd} par la ligne 7 et une/des OLED 9 et retour à la masse par la ligne 8. 15 L'entrée du transistor de commande 61 est reliée à la ligne de commande 5' sur laquelle se trouve une capacité C et une résistance Rf retournant toutes deux au V_{dd} . Le circuit de sélection consiste en un seul transistor de sélection 41, M2, connecté entre la ligne 2 à la tension V_{com} et la ligne de 20 commande 5'. Le transistor de sélection 41 reçoit en entrée la ligne 3 de signal de sélection V_{sel} . Le principe de fonctionnement de ce premier exemple peut être déduit de celui donné pour le deuxième exemple qui est maintenant présenté.

Figure 2, le circuit de commande consiste en un seul transistor de commande 62, M1, connecté entre V_{dd} par l'intermédiaire d'une/de OLED par la ligne 7' et un retour à la masse par la ligne 8'. L'entrée du transistor de commande 62 est reliée à la ligne de commande 5 sur laquelle se trouve 30 une capacité C et une résistance Rf retournant toutes deux à la masse. Le circuit de sélection consiste en un seul transistor de sélection 42, M2, connecté entre la ligne 2 à la tension V_{com} et la ligne de commande 5. Le transistor de sélection 42 reçoit en entrée la ligne 3' de signal de sélection 35 V_{sel} . Lorsque la tension de la ligne de commande 5 est

supérieure au seuil de conduction du transistor de commande 62, ce dernier est passant et l'/les OLED sont allumées. Un signal de sélection V_{sel} positif, par exemple égal à V_{dd} , rend passant le transistor de sélection 42 et la tension V_{com} de la

5 ligne 2 est appliquée à la ligne de commande 5. Notons qu'en fonction de la différence de tension entre V_{sel} et de la ligne 5, le transistor de tension de sélection 42 pourra être rendu passant ou non, la différence devant être supérieure au seuil de conduction du transistor de sélection M2 pour le rendre
10 passant. Si l'on souhaite une commutation systématique (transistor de sélection passant, producteur) quelle que soit la tension (résiduelle) sur la ligne de commande 5, il faut que V_{sel} soit le plus élevée possible pendant la sélection (impulsion de sélection) et, par exemple, à V_{dd} . On peut
15 remarquer qu'il est également possible d'utiliser M2 en commutateur à effet écrêteur et égalisateur de charge car du fait qu'il faut que la différence de tension soit supérieure au seuil de conduction de M2, la tension aux bornes de la capacité ne peut pas être supérieure à la tension maximale
20 de V_{sel} . On comprend que pendant l'impulsion de sélection, si V_{com} est à la masse (ou voisine de la masse), la capacité C pourra être déchargée et si V_{com} est positif (V_{dd} ou voisine), la capacité pourra être chargée.

On peut remarquer que du fait de l'utilisation d'un
25 transistor qui présente au moins une zone de fonctionnement sensiblement linéaire 62 ou 61, pour le circuit de commande et du fait que la tension sur la ligne de commande, 5 ou 5', varie au cours du temps, le courant circulant dans l'/les OLED va également varier au cours du temps et donc l'intensité
30 lumineuse produite également jusqu'au seuil de conduction, moment à partir duquel plus aucun courant ne passe dans le transistor et donc à travers l'/les OLED.

Dans le cas de plusieurs diodes électroluminescentes organiques commandées par le transistor de commande,
35 celles-ci peuvent être en série et/ou parallèle. Par ailleurs,

on peut mettre l'invention en œuvre dans un afficheur comportant des composants redondants, notamment cellules et/ou transistors et/ou diodes électroluminescentes, pouvant suppléer à des composants défaillants afin de réduire les

5 rebus de fabrication des afficheurs qui peuvent comporter des millions de composants.

On a donc vu que dans son mode de mise en œuvre le plus simple, l'invention consiste, à la base, à commander en tension un pixel par chargement d'une capacité par un

10 transistor de sélection M2 avec une tension de commande V_{com} (qui est de préférence maintenue sensiblement constante pendant la charge mais que l'on peut faire varier d'une trame à l'autre afin de modifier la luminosité des pixels successifs d'une colonne) pendant la durée d'impulsion du signal de

15 sélection V_{sel} correspondant au pixel. Ce circuit de commande en tension se comporte comme un échantillonneur-bloqueur qui permet de charger une capacité pendant la période d'échantillonnage et de garder la charge (décroissante ici) pendant la période de blocage. Cette capacité est

20 directement connectée à la grille d'un transistor de commutation M1 qui permet d'alimenter la ou les OLED du pixel. Cette grille présente une impédance d'entrée élevée et la décharge de la capacité à travers la grille (et l'éventuelle résistance en parallèle de la capacité) est relativement lente,

25 de préférence telle que la/les OLED soient alimentées pendant la moitié de la durée d'une trame.

Cette capacité peut être une capacité rapportée ou la capacité d'entrée, possiblement accrue par construction, de la grille de commande du transistor de commutation M1. Une 30 résistance rapportée ou un courant de fuite de la capacité ou de la grille du transistor de commutation, provoque ensuite la décharge progressive de la capacité et donc l'extinction automatique de la ou des OLED dès que la tension de la grille du transistor de commande M1 passe en dessous de la 35 tension de seuil V_{sl} du transistor de commutation. Cette

extinction se produit au bout d'une durée qui dépend du seuil V_{sel} de M1, de la tension de commande V_{com} , de la valeur de la capacité, la valeur des impédances limitant la charge et la valeur des impédances de décharge. Selon ces valeurs et la

5 durée de la sélection (impulsion de sélection) t_{sel} , la valeur de la tension maximale appliquée sur la grille varie, d'où l'effet de commande temporelle du/des OLED. On peut donc modifier la durée de l'allumage du/des OLED à la fois par construction, une fois pour toutes (par exemple avec une 10 valeur de capacité C déterminée par construction), ou dynamiquement, en fonctionnement (par exemple en modifiant la durée de l'impulsion de sélection t_{sel} et/ou la valeur de la tension V_{com} , voire de la tension V_{sel}).

Le principe de contrôle d'une cellule telle que 15 représentée à la Figure 2 est résumé sur la Figure 3 avec dans la partie basse un diagramme temporel du signal de sélection pendant une durée de trame et dans la partie haute un diagramme temporel de la tension de la ligne de commande 5 correspondant à la tension aux bornes de la 20 capacité, également pendant une durée de trame. On considère ici, le cas d'une charge de la capacité C mais celui de la décharge se déduit des explications qui suivent. Dans la partie basse de la Figure 3, le signal de sélection V_{sel} passe à un niveau de tension positif pendant une impulsion de durée 25 t_{sel} ce qui rend passant M2 pendant ladite durée. Dans la partie haute de la Figure 3, pendant l'impulsion, la capacité se charge jusqu'à la valeur de tension V_{oled} à la fin de l'impulsion de sélection (partie croissant rapidement de la courbe) puis, dès la fin de l'impulsion de sélection, la 30 capacité se décharge progressivement (partie décroissant lentement de la courbe). Dans les parties de la courbe au dessus du seuil de conduction V_{sel} du transistor de commande M1, l'/les OLED sont allumées et, inversement, en-dessous, l'/les OLED sont éteintes.

On peut mettre en relation l'évolution de la tension de la ligne de commande 5 de la Figure 3 avec l'évolution du courant traversant l'/les OLED et qui varie en fonction de l'évolution temporelle de la tension aux bornes de la capacité 5 et de la résistance. Le transistor de commande fonctionne en régime linéaire et le courant suit l'évolution de la tension de la ligne de commande au décalage près dû à l'existence de la tension de seuil du transistor M1. On envisage cependant que le transistor puisse être pendant un certain temps dans un 10 régime de saturation (pendant que la capacité est vers son pic de charge) mais le contrôle de la luminosité devient plus difficile.

On peut donc obtenir une variation de la luminosité des pixels en modulant le signal de commande en durée et/ou en 15 niveau de tension (initial, à la fin de l'impulsion de sélection) d'une trame à l'autre. Cette modulation peut être obtenue de plusieurs manières, que l'on module la tension de commande V_{com} en niveau de tension et/ou que l'on module le signal de sélection V_{sel} en durée, voire que l'on module en niveau de 20 tension l'impulsion de sélection V_{sel} .

Pour avoir un ordre d'idée des durées des différents signaux mis en œuvre, on peut considérer le cas d'un afficheur comportant 768 lignes et 1024 pixels par ligne et pour lequel on a une fréquence de trame de 75Hz, soit 25 13,3ms. La durée d'une ligne est alors de 17,6 μ s, ce qui correspond à la largeur de l'impulsion de sélection V_{sel} .

On peut remarquer qu'avec une impulsion de sélection d'une durée pas trop élevée, la capacité n'est que partiellement chargée (déchargée) pendant l'impulsion de 30 sélection de la ligne, la tension maximale aux bornes de la capacité n'atteint pas la tension appliquée V_{com} . Ceci signifie que la tension aux bornes de cette capacité (c'est-à-dire la tension de grille du transistor de commande M1) n'est pas amenée à la valeur V_{com} à l'issue de cette impulsion, mais à 35 un potentiel qui est une fraction de V_{com} . On envisage

également que la capacité puisse être chargée jusqu'à sensiblement V_{com} pendant la durée de l'impulsion de sélection V_{sel} .

Il est utile de limiter le courant de charge de la capacité à travers le transistor de sélection pour pouvoir limiter la taille du transistor de sélection et éviter qu'elle ne se charge complètement à la tension de commande V_{com} avec la durée t_{sel} des impulsions de sélection utilisées étant donné qu'un circuit qui réaliserait une charge complète de la capacité n'aurait guère d'avantages par rapport à une commande classique en courant. Cette limitation du courant de charge peut être obtenue de plusieurs manières, éventuellement combinées, dont cinq exemples sont donnés à la suite. Premièrement en augmentant la résistance interne de la source V_{com} avec l'inconvénient d'avoir des variations de la tension maximale de charge en fonction du nombre de cellules sélectionnées au cas où on sélectionne plusieurs cellules à la fois. Deuxièmement par utilisation d'un transistor de sélection qui présente une impédance de passage à l'état passant relativement élevée d'où possibilité d'utiliser des transistors à faible mobilité. Troisièmement par ajout d'une résistance en série avec le transistor de sélection. Quatrièmement, par ajout d'un composant non linéaire limitant le pic de courant et disposé en série avec le transistor de sélection. Cinquièmement, par ajout d'un générateur de courant constant en série ou combiné avec le transistor de sélection.

Les montages proposés dans lesquels la capacité et le transistor de commande ont tous les deux un point commun direct (Vdd pour la Figure 1 et masse pour la Figure 2) permet aussi de faire fonctionner le transistor de commande dans un régime linéaire/saturé stable car insensible à la différence de potentiel aux bornes du/des OLED et ce sans avoir à ajuster précisément les autres tensions d'alimentation. Ces montages s'opposent à ceux non représentés mais

également considérés comme entrant dans le cadre de l'invention dans lesquels le transistor de commande retourne au point commun par l'intermédiaire du/des OLED, c'est-à-dire pour la Figure 1, le cas où l'OLED 9 se trouverait sur la 5 ligne 7 du côté V_{dd} du transistor de commande 61 M1 et la ligne 8 retournerait directement à la masse. Pour la Figure 2, cela correspondrait au cas où le cas où l'OLED 9 se trouverait sur la ligne 8' du côté masse du transistor de commande 62 M1 et la ligne 7' retournerait directement au 10 V_{dd} .

On doit noter qu'avec l'invention et dans le cas d'utilisation de transistors comme représenté sur les Figures 1 et 2, le profil de l'intensité dans l'OLED et donc de la lumière émise par celle-ci n'est plus linéairement fonction de 15 la commande comme dans le cas des pixels commandés en courant. La correction du signal de commande, pour compenser cette non-linéarité ainsi que d'autres effets, peut se faire dans le circuit électronique amont de pilotage de l'afficheur.

20 Le procédé de fonctionnement préféré est celui dans lequel les OLED ne sont allumées que pendant seulement une partie de la durée de trame, c'est à dire qu'il existe un temps mort pendant lequel chaque OLED n'est pas allumée pendant une durée de trame (on comprend qu'une OLED d'un pixel qui 25 ne doit pas être visible sera non allumée pendant toute la durée de la trame et qu'une OLED d'un pixel qui doit être visible sera allumée pendant seulement une partie de la durée de la trame). Le temps mort permet de mettre au repos les OLED et peut avoir un effet bénéfique sur la durée de vie 30 des OLED. Par ailleurs, outre que l'on peut envoyer un courant de crête supérieur dans une OLED qui a un temps de repos, il peut éventuellement exister des effets psychovisuels favorables avec un allumage cyclique des OLED.

Grâce au dispositif et procédé de l'invention, une 35 commande en tension permet une modulation de durée du

courant envoyé dans les OLED. En effet, pour simplifier, le circuit de commande 61, 62 travaille essentiellement en tout ou rien, passant et allumant l'OLED lorsque la tension sur sa ligne de commande 5, 5' est supérieure à un seuil et bloqué

5 en dessous. Or le circuit de sélection 41, 42 qui reçoit un signal de sélection Vsel essentiellement binaire est rendu passant ou non en fonction dudit signal Vsel pendant une durée sensiblement constante (durée d'impulsion de Vsel) et la charge reçue par le condensateur C (donc la tension à ses 10 bornes) dépend donc essentiellement du niveau de la tension de commande Vcom. On agit donc sur la durée d'allumage de l'OLED en faisant varier la tension Vcom fournie à la capacité C. La variation de la tension Vcom permet donc un codage en modulation de largeur d'impulsion d'allumage de l'OLED.

15 De préférence, la tension Vcom reste sensiblement constant pendant la durée de l'impulsion Vsel (en négligeant l'impact de la résistance interne de la source Vcom) et sera modifiée en dehors des impulsions Vsel. Le générateur Vcom peut être un convertisseur numérique analogique avec sortie 20 en tension.

Le choix des valeurs de Rf et C (composants propres ou intrinsèques à d'autres comme par exemple courant de fuite) sera donc fait en fonction notamment de la durée de trame et des valeurs possibles de Vcom prévues ainsi que du seuil du 25 circuit de commande afin qu'il existe bien un temps mort (non allumage) pendant une trame pour une OLED pour laquelle le maximum de Vcom a été envoyé dans la capacité pendant l'impulsion Vsel. On pourra également tenir compte de la résistance de source du générateur de Vcom et/ou de la 30 résistance de passage du circuit de sélection et/ou d'un éventuel circuit supplémentaire limitant le temps de monté / descente.

Le calcul de la constante de temps peut être fait de la façon suivante:

La première étape est l'ajustement des constantes de temps du montage au type d'écran envisagé, en l'occurrence un affichage 1024x768 pixels à la fréquence de 75 Hz donne une durée de la trame égale à 13,3 ms, et un temps de 5 sélection inférieur ou égal à 17 μ s.

Le principal temps caractéristique du montage est la constante RC, où C désigne la capacité de stockage de la commande, et R est la résistance de fuite aux bornes de celle-ci. Aux échelles de temps considérées, les phénomènes 10 transitoires dans les transistors, de longueur de grille fixée à 10 microns, ne jouent pas de manière perceptible. On cherche donc une solution avec RC de l'ordre de la microseconde.

Plus précisément, on cherche à maintenir l'OLED allumée pendant une durée proche de la moitié de la durée de 15 trame. En effet, dans une application de type écran, appelée à produire un affichage à forte dynamique, il est capital de ne pas maintenir la commande d'affichage d'un pixel pendant toute la durée de la trame, car cela aurait pour conséquence, du fait de la rémanence visuelle, d'obtenir une perception 20 floue de tout mouvement à l'écran. A la fréquence envisagée, la durée de trame est grossièrement le double du discernement temporel du système de vision humain, dont la valeur généralement admise est d'environ 5 ms. Pour éviter la superposition de deux trames, sans modifier la fréquence de 25 rafraîchissement, donc limiter l'allumage d'un pixel à environ la moitié de la durée de la trame, et ce aussi bien pour un écran à OLED que pour un affichage LCD (pour lequel, il faut de plus tenir compte du temps de réponse du pixel lui-même).

Dans le cas d'un circuit à commande en tension 30 uniquement, la décharge de la capacité doit réaliser naturellement l'extinction de l'OLED avant la fin de la trame. On peut même espérer une amélioration des qualités visuelles dynamiques du fait de la variation plus régulière de l'éclairage que dans le cas de la commande créneau réalisée 35 par un pilote intensité/temps. Il faut en revanche veiller à ne

pas générer un cycle d'allumage trop court. Une décharge trop rapide de la capacité aurait en effet des conséquences négatives sur l'affichage, et imposerait de plus une intensité de crête plus élevée, afin de maintenir la même luminosité

5 moyenne. Une contrainte supplémentaire est liée à l'effet "escalier": si la décharge est au contraire trop lente, la tension aux bornes de la capacité augmente de trame en trame. Ce comportement correspond au phénomène de mémorisation, qui est spécifique à la commande en tension

10 par charge partielle de la capacité, et ne se pose pas du tout dans le cas d'une commande en intensité, dans laquelle la tension aux bornes de la capacité est forcée de manière indépendante lors de chaque trame en fonction du courant imposé. Il est donc nécessaire, de maximiser la durée de

15 décharge sous la contrainte de la stabilité du montage sur un grand nombre de trames pour lesquelles le circuit est systématiquement soumis à une commande d'éclairage maximal, la mémoire de l'ordinateur de simulation ne permettant en pratique pas de dépasser 500 cycles. Une

20 dernière contrainte est de nature plus concrète: étant donné la taille d'un pixel, la capacité est limitée à quelques pF au maximum, et ce d'autant plus que la durée de sélection ne permet pas de charger une capacité plus importante.

Finalement, la solution retenue est une constante RC

25 égale à 6 ms, avec: $R = k\Omega$, $C = 2pF$.

Ces valeurs correspondent à la meilleure constante de temps réalisable en préservant la stabilité, et génèrent un courant significatif dans l'OLED pour une durée qui approche la moitié de la trame. Le courant dans l'OLED ne s'annule pas

30 totalement avant la fin de la trame, mais le tracé de la courbe de tension aux bornes de l'OLED montre que celle-ci repasse en dessous de la tension de seuil de la diode, estimée à 4,9 V environ, après au plus 6 ms. On peut considérer le courant passant dans la diode en dessous de ce seuil comme

35 très faible en termes d'éclairage par rapport au pic, et l'OLED

est en pratique éteinte avant la fin de la trame. Ce courant rémanent ne s'accompagne pas de comportement en escalier que l'on cherche à éviter, celui-ci apparaît cependant dès des valeurs légèrement supérieures de la constante de temps.

5 On comprend que les exemples de réalisation qui ont été donnés sont indicatifs et que d'autres variantes sont considérées dans le cadre de l'invention. Notamment, en fonction du type inverseur ou non du circuit de commande, notamment transistor de commande M1, et du type de circuit
10 de sélection, notamment transistor M2, l'allumage de/des OLED peut être obtenu avec une tension supérieure au seuil aux bornes de la capacité ou, inversement nulle et le chargement/déchargement de la capacité peut être obtenu avec une tension V_{sel} positive ou, inversement, nulle. Enfin, le
15 terme tension positive est relatif et suivant la référence utilisée et/ou des composants utilisés, des tensions positives et négatives, voire seulement négative, par rapport à la masse peuvent être mises en œuvre. Il est cependant préférable d'utiliser des cellules dans un appareil avec
20 afficheur qui se contentent d'une seule tension, et, en particulier celle de sa source d'alimentation qui peut être constituée de piles ou de batteries rechargeables.

REVENDICATIONS

1. Cellule de commande électronique pour au moins une diode électroluminescente organique (OLED) d'un pixel ou 5 segment d'un afficheur à matrice active, la cellule comportant au moins :
 - un circuit de commande (61, 62) avec une entrée de commande et fonctionnant comme un commutateur électronique en fonction d'un signal de commande arrivant 10 sur une ligne de commande (5, 5') sur l'entrée de commande et permettant l'allumage ou non du/des OLED en fonction dudit signal de commande,
 - un circuit de mémorisation capacitif du signal de commande avec une capacité C reliée à la ligne de commande,
- 15 - un circuit de sélection (41, 42) fonctionnant comme un commutateur électronique en fonction d'un signal de sélection V_{sel} arrivant sur une ligne de sélection (3, 3') et permettant la mise en relation ou l'isolement électrique du circuit de mémorisation capacitif avec/d'une tension de commande V_{com}
- 20 (2) en fonction dudit signal de sélection, caractérisée en ce que la mémorisation est temporaire par décharge de la capacité à travers une résistance R_f en parallèle de la capacité.
- 25 2. Cellule selon la revendication 1, caractérisée en ce que la capacité C est essentiellement un condensateur rapporté.
- 30 3. Cellule selon la revendication 1, caractérisée en ce que la capacité C est essentiellement la partie capacitive de l'impédance d'entrée intrinsèque du circuit de commande.
4. Cellule selon la revendication 1, 2 ou 3, caractérisée en ce que la résistance R_f est essentiellement une résistance rapportée.
5. Cellule selon la revendication 1, 2 ou 3, caractérisée en ce que la résistance R_f est essentiellement la partie

résistive de l'impédance d'entrée intrinsèque du circuit de commande.

6. Cellule selon la revendication 1, 2 ou 3, caractérisée en ce que la résistance R_f est essentiellement une résistance de fuite de la capacité.

7. Cellule selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisée en ce qu'elle comporte un moyen réduisant le taux de monté et/ou de descente maximal de la tension aux bornes de la capacité C lorsque cette dernière 10 est mise en relation avec la tension de commande V_{com} .

8. Cellule selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisée en ce que le circuit de commande est un transistor de commande M_1 à effet de champ (61, 62).

9. Cellule selon l'une quelconque des revendications 15 précédentes, caractérisée en ce que le circuit de sélection est un transistor de sélection M_2 à effet de champ (41, 42).

10. Cellule selon les revendications 8 et 9, caractérisée en ce que le circuit de commande est un transistor de commande M_1 à effet de champ (61, 62) de type P relié d'une 20 part directement au pole positif V_{pp} de l'alimentation et d'autre part à travers l'/les OLED à la masse de l'alimentation, en ce que le circuit de sélection est un transistor de sélection M_2 à effet de champ (41, 42) de type P et en ce que la capacité C et la résistance R_f en parallèle 25 retournent au pole positif V_{pp} .

11. Cellule selon les revendications 8 et 9, caractérisée en ce que le circuit de commande est un transistor de commande M_1 à effet de champ (61, 62) de type N relié d'une part directement à la masse de l'alimentation et d'autre part à 30 travers l'/les OLED au pole positif V_{pp} de l'alimentation, en ce que le circuit de sélection est un transistor de sélection M_2 à effet de champ (41, 42) de type N et en ce que la capacité C et la résistance R_f en parallèle retournent à la masse.

12. Cellule selon l'une quelconque des revendications 8 à 11, caractérisée en ce les transistors sont des transistors à couches minces, dits TFT.

13. Procédé de fonctionnement d'une cellule de commande électronique pour au moins une diode électroluminescente organique (OLED) d'un pixel ou segment d'un afficheur à matrice active, la cellule ayant au moins :

5 - un circuit de commande (61, 62) avec une entrée de commande et fonctionnant comme un commutateur

10 10 électronique en fonction d'un signal de commande arrivant sur une ligne de commande (5, 5') sur l'entrée de commande et permettant l'allumage ou non du/des OLED en fonction dudit signal de commande,

15 - un circuit de mémorisation capacitif du signal de commande avec une capacité C reliée à la ligne de commande,

20 - un circuit de sélection (41, 42) fonctionnant comme un commutateur électronique en fonction d'un signal de sélection V_{sel} arrivant sur une ligne de sélection (3, 3') et permettant la mise en relation ou l'isolement électrique du circuit de mémorisation capacitif d'avec une tension de commande V_{com} en fonction dudit signal de sélection,

25 caractérisée en ce que l'on met en œuvre une cellule qui est selon l'une quelconque des revendications précédentes et dans laquelle on provoque la décharge de la capacité à travers une résistance R_f mise en parallèle de la capacité afin d'obtenir une mémorisation temporaire d'un état d'allumage, et en ce que dans des conditions moyennes de fonctionnement la durée de la mémorisation d'un état d'allumage est inférieure à la durée d'une trame et, de

30 30 préférence, inférieure ou égale à la moitié de la durée d'une trame.

14. Procédé de fonctionnement selon la revendication 13, caractérisé en ce que l'on module le signal de commande en durée et/ou en niveau de tension.

15. Procédé de fonctionnement selon la revendication 13 ou 14, caractérisé en ce que pour allumage du/des OLED on applique une impulsion de sélection V_{sel} sur la ligne de sélection d'une durée telle qu'à la fin de l'impulsion de 5 sélection la tension aux bornes de la capacité est une fraction de V_{com} .

16. Procédé de fonctionnement selon la revendication 13 ou 14, caractérisé en ce que la tension de commande V_{com} est réglable en amplitude, la durée de conduction du 10 circuit de sélection (41, 42) par le signal de sélection étant constante, afin d'obtenir le réglage de la durée d'état d'allumage inférieur à la durée de la trame.

17. Afficheur à diodes électroluminescentes organiques (OLED) de pixels et/ou segments mettant en œuvre un 15 ensemble de cellules de commande électronique desdites diodes organisées en une matrice, chaque pixel ou segment pouvant être commandé individuellement par un multiplexage ligne x colonne de la matrice, caractérisé en ce que les cellules sont selon l'une quelconque des revendications 1 à 20 12 et fonctionnent selon l'une quelconque des revendications 13 à 16.

1/2

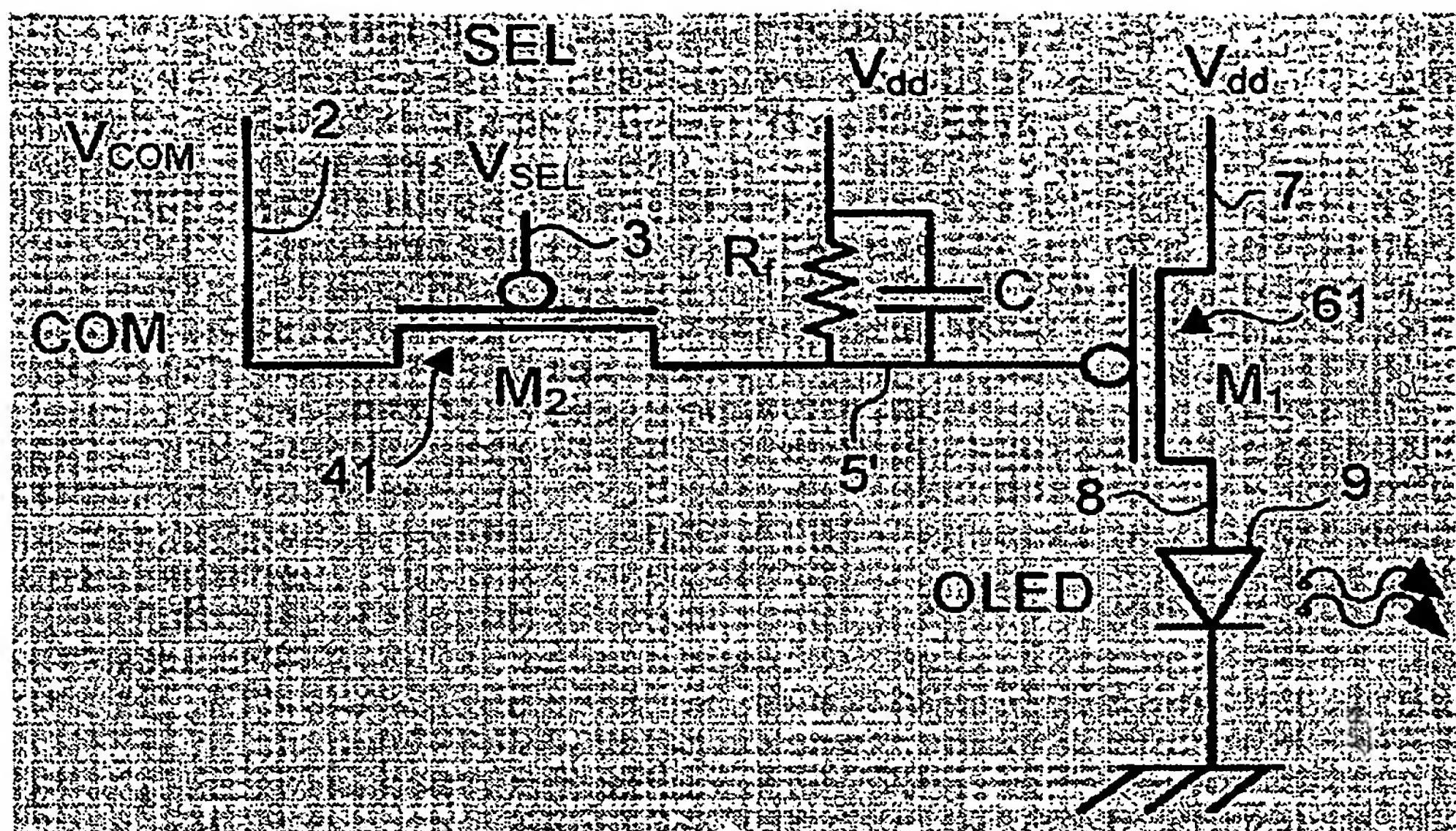


FIGURE 1

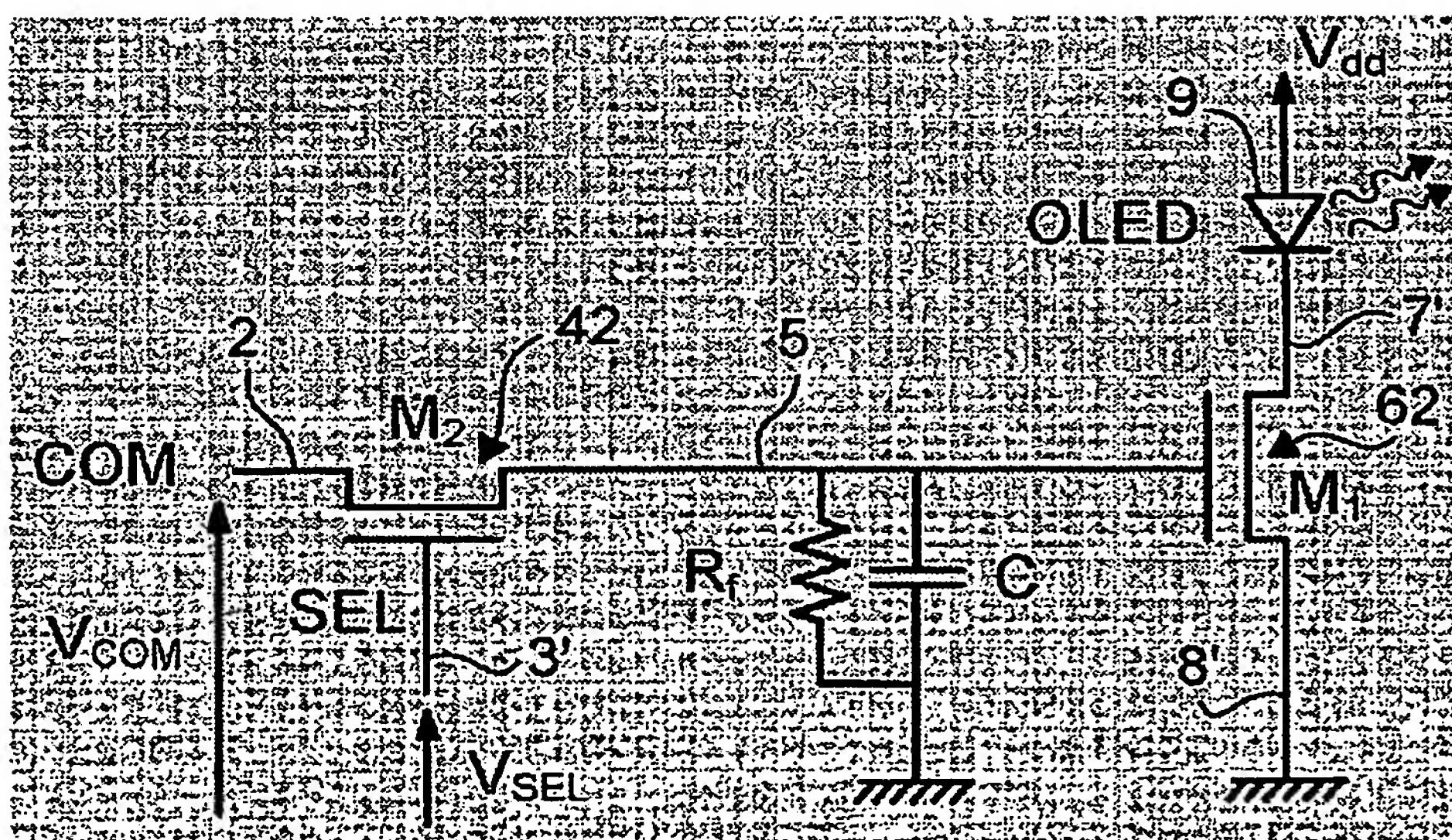


FIGURE 2

2/2

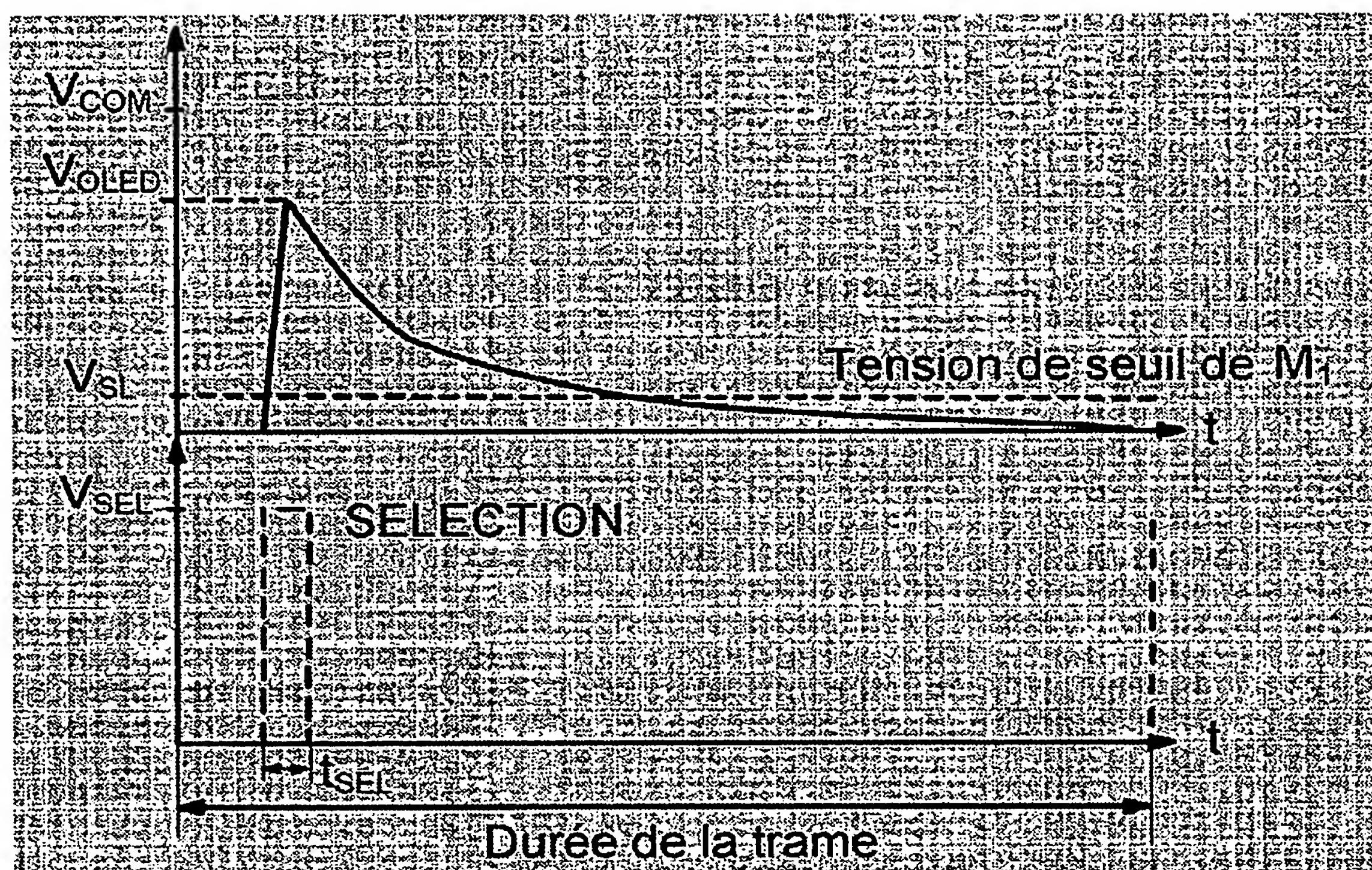


FIGURE 3